

542,712
Rec'd PCT TO 20 JUL 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



10/542712



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. August 2004 (05.08.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/066325 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01G 9/048

[DE/DE]; Langestrasse 26, 89177 Ballendorf (DE).
SCHWAKE, Andree [DE/DE]; Am Lammkeller 9, 89520
Heidenheim (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004288

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Dezember 2003 (23.12.2003)

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTAN-
WALTSGESELLSCHAFT MBH; P.O. Box 200734,
80007 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
103 02 119.1 21. Januar 2003 (21.01.2003) DE

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, 81669
München (DE).

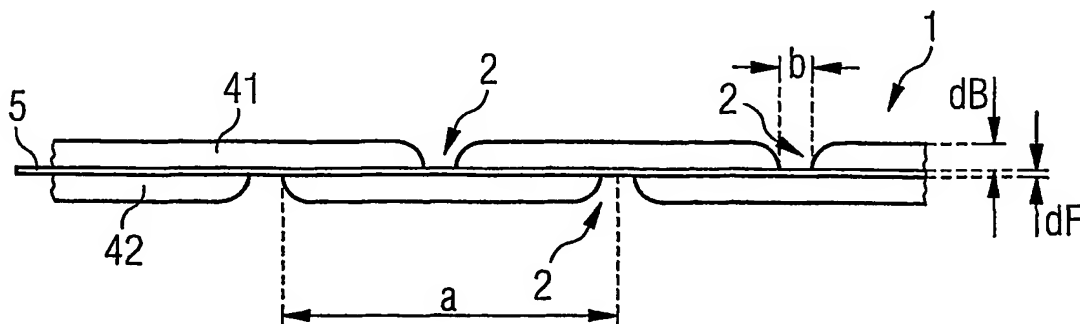
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EFHARDT, Werner

(54) Title: ELECTRODE FOR AN ELECTROCHEMICAL CELL, ELECTRODE COIL, ELECTROCHEMICAL CELL, AND
PRODUCTION METHOD

(54) Bezeichnung: ELEKTRODE FÜR EINE ELEKTROCHEMISCHE ZELLE, ELEKTRODENWICKEL, ELEKTROCHEMI-
SCHE ZELLE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to an electrode (1) for an electrochemical cell comprising a liquid electrolyte (3). Said electrode is provided with channels (2), within which an electrolyte liquid can flow. The inventive electrode has the advantage of allowing the impregnation time of the electrochemical cell to be reduced.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Elektrode (1) für eine elektrochemische Zelle mit einem flüssigen Elektrolyten (3), enthaltend Kanäle (2), in denen eine Elektrolytflüssigkeit fließen kann. Die Elektrode (1) hat den Vorteil, daß die Imprägnierzeit der elektrochemischen Zelle reduziert werden kann.

WO 2004/066325 A1

Beschreibung

Elektrode für eine elektrochemische Zelle, Elektrodenwickel, elektrochemische Zelle und Verfahren zur Herstellung

5

Die Erfindung betrifft eine Elektrode für eine elektrochemische Zelle, die einen Elektrolyten enthält. Ferner betrifft die Erfindung einen Elektrodenwickel. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine elektrochemische Zelle mit dem Wickel.

10

Elektrochemische Zellen sind beispielsweise in der Form von elektrischen Doppelschicht-Kondensatoren aus der Druckschrift DE 100 60 653 A1 bekannt. Die dort beschriebenen elektrochemischen Doppelschicht-Kondensatoren haben die Form von aus aktiviertem Kohlenstoff gebildeten Elektrodenschichten, welche mit Zuleitungsschichten, beispielsweise einer Aluminiumfolie kontaktiert sind. Zur Herstellung des elektrochemischen Doppelschicht-Kondensators muß ein Stapel von übereinanderliegenden Elektroden mit stetig wechselnder Polarität in ein Gehäuse eingebaut und dort mit einem flüssigen Elektrolyten imprägniert werden. Zur Bildung des Wickels wird entweder eine hohe Anzahl von einzelnen Elektroden übereinandergestapelt oder es werden zwei Elektroden unterschiedlicher Polarität entlang einer Längsrichtung aufgewickelt. In beiden Fällen sind die Elektroden unterschiedlicher Polarität durch einen Separator elektrisch voneinander getrennt.

Die bekannten Elektroden haben den Nachteil, daß der Prozeß des Imprägnierens eine sehr lange Zeit in Anspruch nimmt, da es sehr lange dauert, bis die Elektrolytflüssigkeit in den zwischen den Elektroden angeordneten Separator eingedrungen ist und die dort gespeicherte Luft verdrängt hat. Beispielsweise wird bei einem Wickel für einen Kondensator mit einer Kapazität von 5000 F, der aus jeweils ca. 6,5 m Anodenfolie und 6,5 m Kathodenfolie sowie einer entsprechenden Menge an dazwischenliegendem Separator besteht, eine Zeit von ca. 72 Stunden benötigt bis der Wickel vollkommen von der Elektro-

35

lytflüssigkeit durchtränkt und das gesamte Gas aus den Poren des aktivierten Kohlenstoffes der Elektroden und des Separators durch die Imprägnieröffnung aus dem Kondensator ausgetreten ist.

5

Darüber hinaus besteht das Problem, daß bei unvollständigem Austausch Gas gegen Elektrolyt unter Umständen auch nach dem Verschließen des Kondensators das Ausgasen noch weiter fortgesetzt wird, was im Extremfall zum Bersten des Kondensators führt.

10

Zur Verkürzung der Imprägnierzeit ist es darüber hinaus aus der Druckschrift JP 11339770-A bekannt, einen Elektrolyten unter Unterdruck in einen Wickel zu imprägnieren. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß das Problem der Imprägnierzeit nur unzureichend gelöst wird und daß darüber hinaus ein erhöhter apparativer Aufwand für die Imprägnierung des Wickels erforderlich ist.

15

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Elektrode für eine elektrochemische Zelle anzugeben, die ein schnelles Imprägnieren erlaubt.

20

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Elektrode nach Patentanspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Elektrode, ein Wickel aus der Elektrode sowie eine elektrochemische Zelle sind den weiteren Patentansprüchen zu entnehmen.

25

Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, daß durch Vorsehen von Kanälen in der Elektrode der Austausch Elektrolyt gegen Gas schneller vonstatten gehen kann, da solche Kanäle dazu geeignet sind, kleine Gasmengen bzw. Gasbläschen auch aus dem Inneren des Wickels schnell nach außen zu transportieren bzw. den Elektrolyten durch diese Kanäle auch im Inneren des Kondensators in ausreichender Menge bereitzustellen, so daß das Imprägnieren schneller vonstatten gehen kann, als wenn ledig-

30

35

lich von den beiden Stirnseiten des Wickels her der Elektrolyt in ausreichender Menge angeboten werden kann.

Es wird dementsprechend eine Elektrode für eine elektrochemische Zelle mit einem Elektrolyten angegeben, die Kanäle enthält, in denen eine Elektrolytflüssigkeit fließen kann.

Die Elektrode hat den Vorteil, daß durch die Kanäle der Austausch von Elektrolytflüssigkeit und Gas in einem Wickel während des Imprägnierens schneller vonstatten gehen kann.

In einer Ausführungsform der Elektrode können die Kanäle in Form von Rillen auf der Oberfläche der Elektrode ausgeführt sein. Dies hat den Vorteil, daß die Herstellung der Kanäle stark vereinfacht werden kann, da in einem ersten Verfahrensschritt die Elektroden gefertigt werden können und in einem zweiten Verfahrensschritt durch nachträgliches Bearbeiten der Elektroden die Rillen von außen, beispielsweise durch Prägen, in die Elektrode eingebracht werden können.

20

In einer Ausführungsform der Elektrode weist diese eine beschichtete Folie auf, wobei die Rillen durch unbeschichtete Teilbereiche der Folie gebildet sind. Eine solche Elektrode hat den Vorteil, daß die Rillen gleichzeitig mit der Fertigung der Elektrode gebildet werden können, was die Dauer für die Herstellung der Elektrode merklich reduzieren kann. Eine solche Elektrode hat desweiteren den Vorteil, daß die Tiefe der Rillen automatisch vorgegeben ist durch die Dicke der Beschichtung.

30

Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Kanäle eine Breite zwischen 0,1 und 0,5 mm aufweisen. Dadurch wird gleichzeitig gewährleistet, daß die Kanäle ein gewisses Mindestmaß in der Breite nicht unterschreiten, was den Transport der Elektrolytflüssigkeit nämlich erschweren würde. Darüber hinaus wird gleichzeitig erreicht, daß nicht zu viel Volumen der Elektrode durch die Bildung der Kanäle verloren geht, was ne-

35

gative Auswirkungen auf die Kapazität des beispielsweise als elektrochemische Zelle verwendeten elektrochemischen Doppelschichtkondensators hätte.

- 5 Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß unter dem Begriff "elektrochemische Zelle" sämtliche Vorrichtungen zu verstehen sind, bei denen durch eine Elektrode und durch Vorhandensein eines flüssigen Elektrolyten ein irgendwie gearteter elektrischer Effekt erzielt werden soll. Beispielsweise
10 kommen hier in Betracht Aluminium-Elektrolyt-Kondensatoren, elektrochemische Doppelschicht-Kondensatoren oder auch Batterien..

Desweiteren ist es vorteilhaft, wenn die Tiefe der Kanäle
15 zwischen 50 und 100 μm aufweisen. Dieses Maß hat den Vorteil, daß es der üblicherweise für die Beschichtung gewählte Dicke entspricht, wodurch eine einfache Ausbildung der Kanäle als Rillen in der Beschichtung möglich ist.

- 20 Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Elektrode sich entlang einer Längsrichtung erstreckt, wobei die Kanäle quer zur Längsrichtung verlaufen. Eine solche Elektrode hat den Vorteil, daß sie in Längsrichtung zu einem gerollten Wickel aufgewickelt werden kann, wobei durch die Anordnung der Kanäle
25 le quer zur Längsrichtung erreicht werden kann, daß von den Stirnseiten des Wickels her die Elektrolytflüssigkeit entlang der Kanäle in das Innere des Wickels vordringen kann.

- Die Kanäle können in diesem Fall vorteilhafterweise im wesentlichen entlang von äquidistanten, zueinander parallelen
30 Geraden verlaufen. Dadurch wird die Herstellung der Kanäle vereinfacht. Beispielsweise könnten äquidistant voneinander beabstandete Querrillen erzeugt werden mittels Prägung, wobei eine Walze verwendet wird, die einen parallel zur Drehachse
35 der Walze verlaufenden, geraden Vorsprung aufweist.

In einer anderen Ausführungsform der Elektrode kann es vorgesehen sein, daß die Kanäle schräg zur Längsrichtung der Elektrode verlaufen. Diese Ausführungsform hat wiederum Vorteile hinsichtlich der Herstellung der Kanäle. Hier ist es im
5 Gegensatz zur weiter oben beschriebenen Herstellung nämlich nicht mehr erforderlich, einen parallel zur Drehachse der Walze verlaufenden Vorsprung vorzusehen, welcher beim Abrollen auf der Elektrode zu diskontinuierlichen mechanischen Belastungen der die Walze tragenden Achse führt. Diese mechanische Belastung rührt daher, daß jedes Mal, wenn der Vorsprung
10 die Elektrode gegen ein Widerlager drückt, um eine Prägung in der Elektrode hervorzurufen, eine entsprechende diskontinuierliche Kraft auf die Walze wirkt.

15 In einer anderen Ausführungsform können die Kanäle entlang von gekrümmten Linien verlaufen, die zueinander parallel versetzt sind.

Eine solche Ausführungsform der Elektrode hat den Vorteil,
20 daß wiederum die Herstellung mittels einer mit einer oder mehreren Ausprägung versehenen Walze gelingt.

In einer anderen Ausführungsform ist es vorgesehen, daß die Kanäle einander überkreuzen. Somit wird es ermöglicht, die
25 Kanäle entlang zweier verschiedener, beispielsweise einen Winkel von 90° miteinander einschließender Vorzugsrichtungen in die Elektrode zu integrieren.

Darüber hinaus ist es für bestimmte elektrochemische Zellen
30 wie z.B. EDLC oder Li-Ionen-Batterien besonders vorteilhaft, wenn die Elektrode eine mit Kohlenstoffpulver beschichtete Metallfolie enthält. Beispielsweise kommt als Metallfolie eine Aluminiumfolie in Betracht.

35 Es wird darüber hinaus ein Elektrodenwickel angegeben, bei dem mehrere Lagen einer der soeben beschriebenen Elektroden übereinander angeordnet sind. Ein solcher Elektrodenwickel

hat den Vorteil, daß er als Kondensatorwickel in einem Doppelschicht-Elektrolytkondensator verwendet werden kann.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß zur Erreichung einer hohen Volumenausnutzung bei der Herstellung des Wickels regelmäßig dafür gesorgt wird, daß dieser sehr kompakt aufgebaut ist. Diese Kompaktheit des Wickels erschwert zusätzlich das Eindringen des Elektrolyten in das Innere des Wickels. Dies bedeutet, daß gerade bei sehr kompakten Wickeln, bei denen entweder übereinanderliegende Elektroden-
schichten in Form eines Stapels vorliegen, wobei der Stapel zusammengepreßt ist oder aber auch bei einem sehr streng gewickelten Wickel vorteilhaft die Kanäle zum Einsatz kommen können.

Dementsprechend ist ein Wickel vorteilhaft, bei dem zwei Elektroden unterschiedlicher Polarität aufgewickelt sind.

Es wird darüber hinaus noch eine elektrochemische Zelle angegeben, die einen flüssigen Elektrolyten enthält und die darüber hinaus einen der weiter oben beschriebenen Wickel enthält. Eine solche elektrochemische Zelle hat den Vorteil, daß das Imprägnieren des Wickels mit dem flüssigen Elektrolyten sehr schnell erfolgen kann.

Es wird dementsprechend eine Elektrode für einen elektrochemischen Doppelschichtkondensator mit einem flüssigen Elektrolyten angegeben, die eine mit aktiviertem Kohlenstoffpulver beschichtete Metallfolie enthält. In der Kohlenstoffbeschichtung sind Kanäle vorgesehen, in denen eine Elektrolytflüssigkeit fließen kann und die zur Verbesserung des Austauschs zwischen der Elektrolytflüssigkeit und in den Poren der Kohlenstoffbeschichtung enthaltenem Gas dienen.

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der o. g. Elektrode. Die erfindungsgemäßen Rillen und Kanäle

können beispielsweise mit Hilfe der folgenden Verfahren erhalten werden:

- a) Kalandrieren von beschichteten und noch nicht geprägten Elektroden bei erhöhter Temperatur. Dieser Prozeß kann
5 auch in den Wickelprozeß integriert werden;
- b) Beschichten einer bereits geprägten Metallfolie (z. B. einer Al-Folie) mit Aktivkohle;
- c) Einritzen von Rillen und Kanäle in der Aktivkohlebeschichtung einer unbehandelten Elektrode, z. B. mit Hilfe
10 einer schwingenden Spitze, bei gleichzeitiger Absaugung der abgekratzten Beschichtung;
- d) Abdecken der zur Bildung von Rillen bzw. Kanälen vorgesehenen Bereiche einer nicht geprägten Metallfolie in Form eines regelmäßigen Musters während der Beschichtung der
15 Metallfolie mit der Aktivkohle, wodurch unbeschichtete Bereiche der Elektroden entstehen, die als Kanäle gemäß Erfindung fungieren.

20 Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert:

Figur 1 zeigt beispielhaft eine Elektrode in einem schematischen Längsschnitt.

25 Figuren 2A, 2B zeigen beispielhaft weitere Elektroden in einem schematischen Längsschnitt.

Figur 3 zeigt beispielhaft eine Elektrode in einer Draufsicht.

30 Figuren 3A, 3B, 3C zeigen beispielhaft eine weitere Elektrode in einer Draufsicht.

35 Figur 4 zeigt einen Wickel in einem schematischen Querschnitt.

Figur 5 zeigt eine elektrochemische Zelle in einem schematischen Querschnitt.

Figur 5A zeigt eine weitere elektrochemische Zelle in einem schematischen Querschnitt.

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß in den Figuren gleiche Bezugszeichen entweder gleichen Elementen oder Elementen mit der gleichen oder einer gleichwirkenden Funktion zugeordnet sind.

Figur 1 zeigt eine Elektrode 1, die aus einer Folie 5 besteht, welche an der Oberseite und an der Unterseite mit jeweils einer Beschichtung 41, 42 beschichtet ist. Bei der Folie 5 handelt es sich um eine Aluminiumfolie, wobei die Dicke der Folie d_F zwischen 10 und 100 μm beträgt.

Für die Dicke d_B der Beschichtung 41, 42 wird üblicherweise ein Maß zwischen 30 und 300 μm gewählt. Bei der Beschichtung handelt es sich z. B. um ein aktiviertes Kohlenstoffpulver, welches durch Pulverbeschichten auf die Elektrode aufgebracht worden ist. Der mittlere Durchmesser der Aktivkohlepartikel liegt z. B. im Bereich 0,2 - 5 μm . Die Dichte der Elektroden beträgt ca. 0,6 bis 0,8 g/cm^3 . Die Porosität der Elektroden beträgt ca. 35 bis 65 %. Die Kapazitätsdichte beträgt ca. 10 bis 25 F/cm^3 .

Sowohl in der oberen als auch in der unteren Beschichtung 41, 42 sind jeweils Kanäle 2 vorgesehen. Die Kanäle 2 sind gebildet durch Unterbrechen der Beschichtung der Folie 5. Die Kanäle 2 weisen dabei die Form von Rillen auf. Sie können auch betrachtet werden als Vertiefungen der Beschichtungen 41, 42, d.h. es ist nicht zwingend, daß die Beschichtungen 41, 42 an den Stellen der Kanäle 2 vollständig unterbrochen sind, vielmehr würde es auch genügen, wenn die Beschichtungen 41, 42 an den Stellen der Kanäle 2 lediglich dünner sind als an den übrigen Bereichen.

Die Breite b der Kanäle 2 beträgt zwischen 0,1 und 1 mm. Diese Abmessungen sind dabei lediglich als vorteilhafte Abmessungen anzusehen. Es können also auch andere Breiten für die Kanäle 2 gewählt werden. Der Abstand a zwischen zwei Kanälen auf derselben Seite der Folie 5 wird vorteilhafterweise zwischen 30 und 100 mm gewählt. Um die Kanäle 2 in dem aus der Elektrode 1 zu bildenden Wickel gleichmäßig zu verteilen, ist es vorteilhaft, wenn die Kanäle 2 auf der Oberseite in Bezug auf die Kanäle 2 auf der Unterseite der Folie 5 versetzt angeordnet sind.

Neben der Erzeugung der Kanäle 2 durch Unterbrechen der Beschichtung 4 ist es auch möglich, die Kanäle 2 durch Materialabtrag herzustellen.

Figur 2A zeigt eine Elektrode 1, bei der die Kanäle 2 durch Einprägen in die Elektrode 1 hergestellt sind. Erkennbar ist hier insbesondere, daß die Tiefe t der Kanäle 2 variabel eingestellt werden kann, sie ist also nicht wie in dem Beispiel nach Figur 1, wo insbesondere auf Kanäle 2 Bezug genommen wird, die durch Unterbrechen der Beschichtung 4 hergestellt sind, auf die Dicke der Beschichtung beschränkt. Vielmehr kann die Tiefe t viele verschiedene Maße annehmen. Vorteilhafterweise beträgt die Tiefe t zwischen 10 und 200 μm .

Die durch Einprägen hergestellten Kanäle 2 gemäß Figur 2 haben darüber hinaus noch den Vorteil, daß auf der dem Kanal 2 gegenüberliegenden Seite der Folie eine Erhebung der Folie entsteht, welche später beim Aufwickeln der Elektrode zu einem Wickel für zusätzliche Abstände zwischen den übereinanderliegenden Elektrodenschichten sorgt und somit weitere Kanäle für den Transport der Elektrolytflüssigkeit erzeugen.

Figur 2B zeigt die Elektrode 1, bei der die Kanäle 2 wieder entsprechend Figur 2A durch Einprägen hergestellt sind, jedoch ist hier kein nennenswerter Abstand mehr zwischen den

Kanälen 2 vorgesehen, sie liegen vielmehr direkt zueinander benachbart. Dadurch kann die Dichte der Kanäle maximal erhöht werden, wodurch die Dauer des Imprägnierens auf eine minimale Zeit verkürzt werden kann.

5

Figur 3 zeigt eine Elektrode 1, die entlang einer Längsrichtung (angedeutet durch den Pfeil) verläuft. Die Elektrode umfaßt eine Aluminiumfolie 5, die teilweise mit einer Beschichtung 4 versehen ist. Am linken Rand weist die Folie 5 einen Freirand 7 auf, der es ermöglicht, den Wickel durch Kontaktierung des Freirandes mit einem äußeren Anschluß der elektrochemischen Zelle zu verbinden. Aus Figur 3 ist erkennbar, daß die Kanäle 2 entlang von gekrümmten Linien verlaufen, die beispielsweise zueinander parallel versetzt sein können. Figur 3 ist auch zu entnehmen, daß die Kanäle 2 einander überkreuzen und somit Kreuzungspunkte 6 bilden.

Die in Figur 3 gezeigte Elektrode hat zum einen den Vorteil, daß die Kanäle 2 sehr gut homogen über die Fläche der Elektrode und später im fertigen Wickel dementsprechend homogen über das Volumen des Wickels verteilt sind. Darüber hinaus kann die Herstellung mittels einer Walze durch Einprägen erfolgen, wobei durch entlang des Umfangs der Walze verlaufende Vorsprünge eine Diskontinuität beim Rollen der Walze weitgehend vermieden werden kann.

Die Figuren 3A, 3B und 3C zeigen weitere Möglichkeiten der Anordnung der Kanäle 2. Die Elektrode 1 verläuft wieder in einer Längsrichtung (angedeutet durch den Pfeil) und ist somit insbesondere zur Herstellung eines Wickels gemäß Figur 4 geeignet. Bei Figur 3A sind die Kanäle 2 entlang von parallel zueinander verlaufenden, äquidistanten geraden Stücken angeordnet. Solche Kanäle 2 können beispielsweise durch Einritzen in die Beschichtung 4 hergestellt werden.

35

Gemäß Figur 3B sind die Kanäle 2 entlang von parallel zueinander laufenden Geraden angeordnet. Dabei geht jeder Kanal 2

von einer Randbegrenzung der Elektrode 1 aus und verläuft von dort nach Innen, ohne jedoch den gegenüberliegenden Rand zu erreichen. Die Kanäle 2 gehen jeweils abwechselnd von der oberen bzw. von der unteren Begrenzungskante der Elektrode 1 aus. Durch eine solche Gestaltung der Kanäle 2 kann bewirkt werden, daß das Hineinfließen des Elektrolyten von der Oberseite und von der Unterseite der Elektrode her räumlich zueinander versetzt gefördert werden kann.

- 10 Gemäß Figur 3C sind die Kanäle 2 als Geradenstücke angeordnet, die entlang einer Mittellinie der Elektrode 1 einen in etwa rechten Winkel bilden. Dadurch kann eine Vergleichmäßigung der Imprägnierung über den durch Stapeln oder Wickeln von Elektroden 1 gebildeten Wickel erreicht werden. Insbesondere kann der Abstand zwischen den Kanälen 2 so verringert werden, daß kein Längsabschnitt der Elektrode 1 ohne einen Kanal 2 vorliegt.

Figur 4 zeigt einen Wickel 8, der gebildet ist aus zwei Elektroden 11, 12 und zwei Separatoren 91, 92. Die Separatoren 91, 92 haben die Aufgabe, den flüssigen Elektrolyten aufzunehmen, welcher für das Funktionieren der elektrochemischen Zelle unerlässlich ist. Darüber hinaus haben die Separatoren 91, 92 die Aufgabe, einen Kurzschluß zwischen direkt gegenüberliegenden Elektroden 11, 12 unterschiedlicher Polarität zu vermeiden. Als Separator 91, 92 wird beispielsweise Papier oder auch ein poröser Kunststoff verwendet. Im Falle der Verwendung von Papier wird der Separator 91, 92 vorzugsweise zweilagig ausgebildet, um die Gefahr des Auftretens von durch die gesamte Dicke des Separators 91, 92 in einem Zug durchlaufenden Poren zu verhindern, welche einen Kurzschluß verursachen könnten. Die Dicke des Separators 91, 92 beträgt typischerweise zwischen 10 und 100 μm . Das Paket aus Elektroden 11, 12 und den Separatoren 91, 92 wird um die Wickelachse 10 zu einem Wickel 8 aufgewickelt. Im fertigen Wickel 8 liegen dann die Kanäle 2 der Elektroden 1 gleichmäßig verteilt vor.

Die Schichtdickenverhältnisse in Figur 4 zeigen auch, weshalb es vorteilhaft ist, die Kanäle in die Beschichtung der Folie einzuarbeiten. Die Beschichtung der Folie hat nämlich die
5 größte Dicke in dem Schichtpaket, weshalb auch hier die größten Kanäle erzeugt werden können.

Je größer die Kanäle sind, um so besser funktioniert der Austausch zwischen flüssigem Elektrolyt und Gas in dem Wickel.

10

Desweiteren ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich zur Elektrode auch der Separator 9 mit Kanälen zur Verbesserung der Imprägnierung versehen ist.

15 Figur 5 zeigt den Vorgang des Imprägnierens, wobei ein Wickel 8 gemäß Figur 4 in ein zylinderförmiges Gehäuse 11 eingebaut ist. Die Symmetrieachse des Gehäuses 11 und die Wickelachse 10 fallen zusammen. Auf der Oberseite des Gehäuses 11 ist eine Einfüllöffnung 12 vorgesehen, wo mittels eines Trichters
20 13 flüssiger Elektrolyt 3 in das Gehäuse eingefüllt werden kann. Die gekrümmten Pfeile zeigen die Fließrichtung des Elektrolyten 3 innerhalb der Kanäle in dem Wickel 8. In einem Vergleichstest, wo ein Wickel gemäß Figur 4 ohne Kanäle und ein Wickel gemäß Figur 4 in Verbindung mit Figur 3A, wo Kanäle
25 le mit ca. 5 cm Abstand voneinander vorgesehen waren, mit dem gleichen Elektrolyten imprägniert wurden, konnte eine Verkürzung der Imprägnierzeit um mindestens den Faktor 60 ermittelt werden. Die Kanäle können auch um ca. 4 bis 6 cm oder um ca. 1 bis 10 cm voneinander beabstandet sein. Damit die elektrischen und mechanischen Eigenschaften der Elektrode nicht beeinträchtigt werden, ist der Abstand zwischen den Kanälen
30 vorzugsweise größer als 0,1 cm. Um die Verbesserung der Imprägniereigenschaften zu erzielen, ist der Abstand zwischen den Kanälen vorzugsweise kleiner als 30 cm. Der Abstand zwischen den Kanälen liegt vorzugsweise zwischen 0,5 und 25 cm.
35

Figur 5A zeigt eine Imprägniervorrichtung ähnlich zu der in Figur 5, wobei jedoch die Einfüllöffnung 12 direkt über dem Kernrohr 14 des Wickels 8 angeordnet ist und dementsprechend die Imprägnierung von der Unterseite des Wickels 8 her, wie
5 durch die gekrümmten Pfeile angedeutet, erfolgt.

An dieser Stelle wird noch darauf hingewiesen, daß als Elektrolyt für den in diesen Beispielen beschriebenen elektrochemischen Doppelschicht-Kondensator vorzugsweise 0,5 M bis 1,6
10 M Tetraethylammoniumtetrafluorborat in Acetonitril vorgesehen ist.

Je größer die Viskosität des Elektrolyten ist, desto mehr Kanäle oder desto breitere Kanäle werden benötigt.

15

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf elektrochemische Doppelschicht-Kondensatoren sowie auf Elektroden mit Aluminiumfolie und Kohlenstoffbeschichtung, sondern kann auf sämtliche Elektroden für alle erdenklichen elektrochemischen Zellen,
20 die einen flüssigen Elektrolyten enthalten, angewendet werden.

Bezugszeichenliste

| | | |
|----|-----------|------------------------|
| | 1, 11, 12 | Elektrode |
| | 2 | Kanal |
| 5 | 3 | Elektrolyt |
| | 41, 42 | Beschichtung |
| | 5 | Folie |
| | 6 | Kreuzungspunkt |
| | 7 | Freirand |
| 10 | 8 | Wickel |
| | 91, 92 | Separator |
| | 10 | Wickelachse |
| | 11 | Gehäuse |
| | 12 | Einfüllöffnung |
| 15 | 13 | Trichter |
| | 14 | Kernloch |
| | dB | Dicke der Beschichtung |
| | dF | Dicke der Folie |
| | dS | Dicke des Separators |
| 20 | b | Breite des Kanals |
| | t | Tiefe des Kanals |
| | a | Abstand zweier Kanäle |

Patentansprüche

1. Elektrode für eine elektrochemische Zelle mit einem flüs-
sigen Elektrolyten (3), enthaltend Kanäle (2), in denen eine
5 Elektrolytflüssigkeit fließen kann.
2. Elektrode nach Anspruch 1,
die eine beschichtete Folie (5) enthält, wobei die Beschich-
tung Kanäle (2) enthält.
- 10 3. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
bei der die Kanäle (2) in Form von Rillen auf der Oberfläche
der Elektrode (1) ausgeführt sind.
- 15 4. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
bei der die Kanäle (2) in die Elektrode (1) eingeprägt sind.
5. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
- die eine beschichtete Folie (5) enthält und
20 - bei der die Kanäle (2) durch unbeschichtete Teilbereiche
der Folie (5) gebildet sind.
6. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
bei der die Kanäle (2) eine Breite (b) zwischen 0,1 und 1 mm
25 aufweisen.
7. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
bei der die Kanäle (2) eine Tiefe (t) zwischen 10 und 200 μm
aufweisen.
- 30 8. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
die sich entlang einer Längsrichtung erstreckt und bei der
die Kanäle (2) quer zur Längsrichtung verlaufen.
- 35 9. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
bei der die Kanäle (2) im wesentlichen entlang äquidistanter,
zueinander paralleler Geraden verlaufen.

10. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
die sich entlang einer Längsrichtung erstreckt und bei der
die Kanäle (2) schräg zur Längsrichtung verlaufen.

5

11. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
bei der die Kanäle (2) entlang von gekrümmten Linien verlaufen,
die zueinander parallel versetzt sind.

10 12. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 7 oder 10,
bei der die Kanäle (2) einander überkreuzen.

13. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
die eine mit Kohlenstoffpulver beschichtete Metallfolie ent-
15 hält.

14. Elektrodenwickel, bei dem mehrere Lagen von Elektroden
(11, 12) nach einem der Ansprüche 1 bis 13 übereinander ange-
ordnet sind.

20

15. Elektrodenwickel nach Anspruch 14,
bei dem zwei Elektroden (11, 12) nach einem der Ansprüche 1
bis 13 aufgewickelt sind.

25 16. Elektrochemische Zelle mit einem flüssigen Elektrolyten
(3), enthaltend einen Wickel (8) nach einem der Ansprüche 14
oder 15.

17. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode nach einem der
30 Ansprüche 1 bis 13,
bei dem die beschichtete und noch nicht geprägte Elektrode
bei einer hohen Temperatur kalandriert wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17,
35 bei dem das Kalandrieren der Elektrode in den Wickelprozeß
zur Herstellung eines Elektrodenwickels integriert wird.

19. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
bei dem eine bereits geprägte Metallfolie mit Aktivkohle beschichtet wird.

5

20. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
bei dem eine Elektrode durch gleichmäßige Beschichtung einer ungeprägten Metallfolie mit einer Aktivkohle bereitgestellt wird,

10

bei dem in der Aktivkohleschicht der Elektrode unter gleichzeitiger Absaugung der abgekratzten Beschichtung Kanäle (2) eingeritzt werden.

15

21. Verfahren nach Anspruch 20,
bei dem das Einritzen von Kanälen (2) mit Hilfe einer schwingenden Spitze erfolgt.

20

22. Verfahren zur Herstellung einer Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
bei dem zur Bildung von Kanälen (2) vorgesehene Bereiche einer nicht geprägten Metallfolie während der Beschichtung der Metallfolie mit Aktivkohle taktförmig verdeckt werden,
wodurch unbeschichtete Bereiche der Elektroden entstehen und
25 dabei die Kanäle (2) bilden.

FIG 1

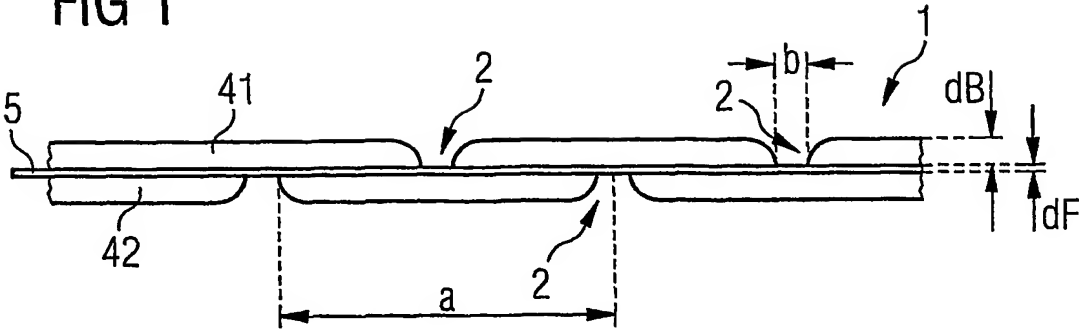


FIG 2A

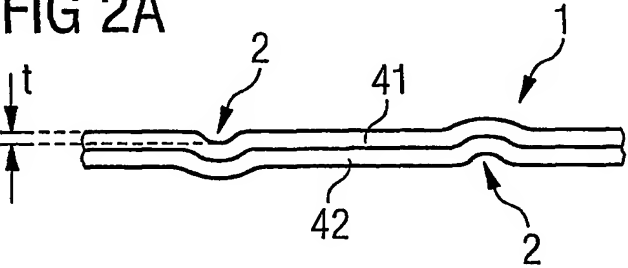


FIG 2B

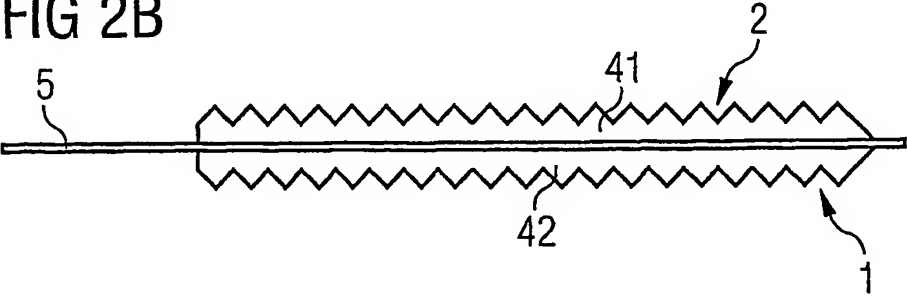


FIG 3

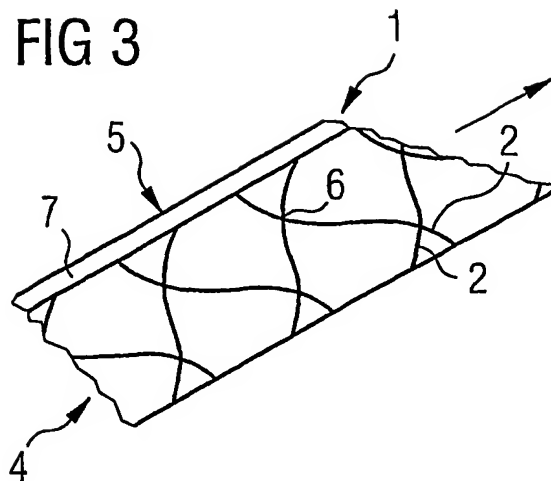


FIG 3A

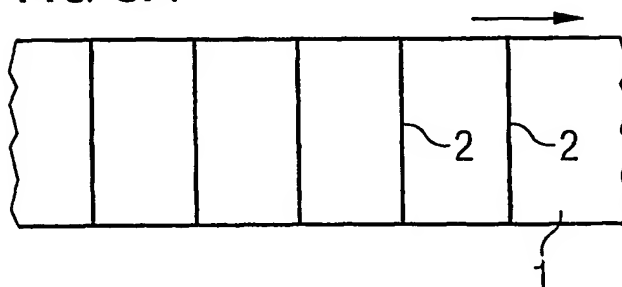


FIG 3B

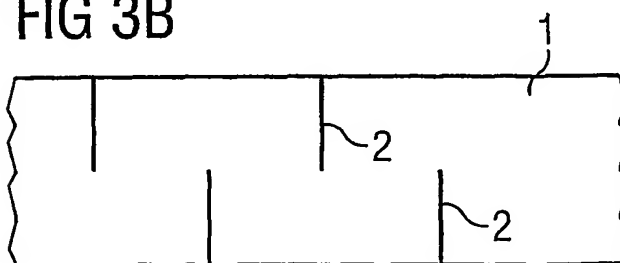


FIG 3C

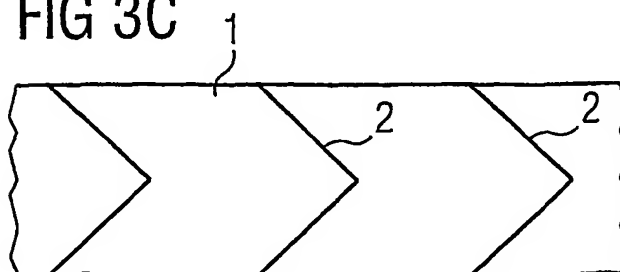


FIG 4

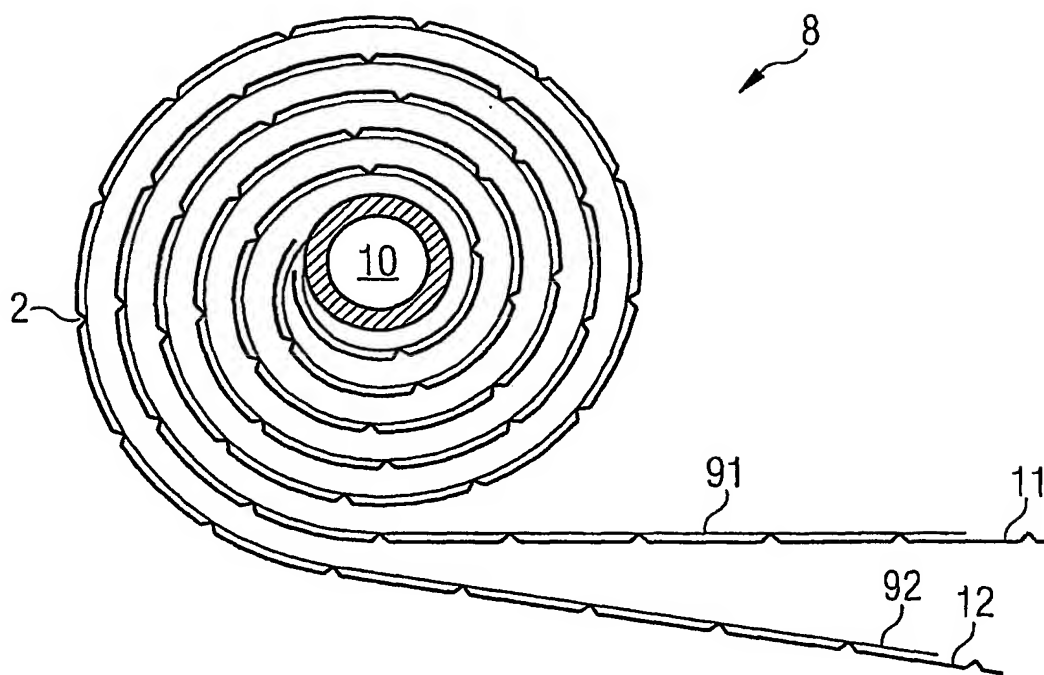


FIG 5A

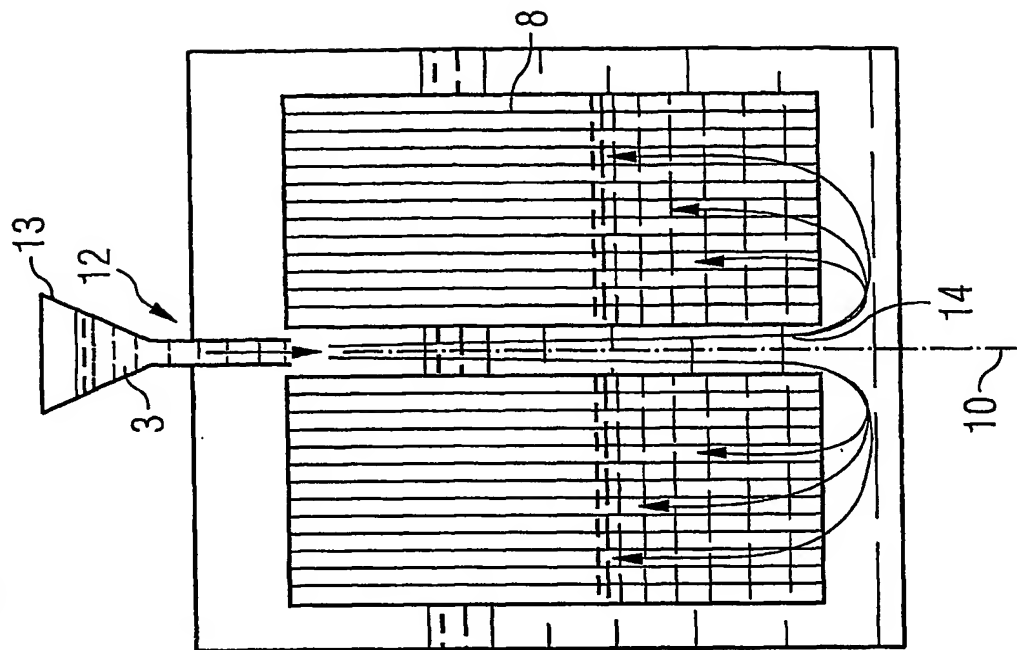
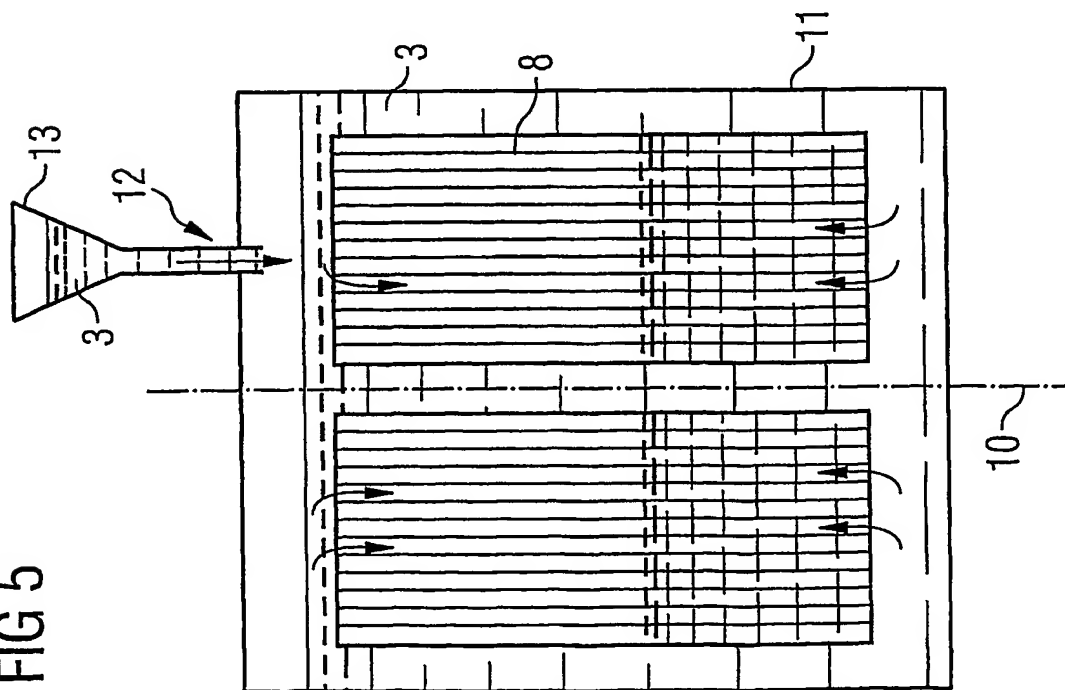


FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inventor's Application No
PCT/DE 03/04288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01G9/048

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01G H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|----------------------------|
| X | CH 254 657 A (PHILIPS NV) 15 May 1948 (1948-05-15) page 1, line 5 - line 12 page 1, line 35 - line 50 figures 2A-2D,3 | 1,3,4, 6-9,12, 14-16 |
| X | EP 0 034 333 A (SIEMENS AG) 26 August 1981 (1981-08-26) page 4, line 8 - line 19 figure 1 | 1,3,4,8, 9,14-16 |
| A | DE 607 863 C (ELEK ZITAETS AKT GES HYDRAWERK) 9 January 1935 (1935-01-09) page 2, line 24 - line 34 claims 1-3 | 1,2,5,12 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

10 May 2004

Date of mailing of the International search report

18/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Goossens, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Application No

PCT/DE 03/04288

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---------------------|---|--|
| CH 254657 | A | 15-05-1948 | NONE | |
| EP 0034333 | A | 26-08-1981 | DE 3005370 A1 BR 8100840 A EP 0034333 A2 JP 56131922 A | 20-08-1981 25-08-1981 26-08-1981 15-10-1981 |
| DE 607863 | C | 09-01-1935 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen
P. E 03/04288

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01G9/048

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01G H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|----------------------------|
| X | CH 254 657 A (PHILIPS NV) 15. Mai 1948 (1948-05-15) Seite 1, Zeile 5 - Zeile 12 Seite 1, Zeile 35 - Zeile 50 Abbildungen 2A-2D,3 | 1,3,4, 6-9,12, 14-16 |
| X | EP 0 034 333 A (SIEMENS AG) 26. August 1981 (1981-08-26) Seite 4, Zeile 8 - Zeile 19 Abbildung 1 | 1,3,4,8, 9,14-16 |
| A | DE 607 863 C (ELEK ZITAETS AKT GES HYDRAWERK) 9. Januar 1935 (1935-01-09) Seite 2, Zeile 24 - Zeile 34 Ansprüche 1-3 | 1,2,5,12 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Mai 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Goossens, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung zur selben Patentfamilie gehören

les Aktenzeichen

PCT/DE 03/04288

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| CH 254657 | A | 15-05-1948 | KEINE | |
| EP 0034333 | A | 26-08-1981 | DE 3005370 A1 | 20-08-1981 |
| | | | BR 8100840 A | 25-08-1981 |
| | | | EP 0034333 A2 | 26-08-1981 |
| | | | JP 56131922 A | 15-10-1981 |
| DE 607863 | C | 09-01-1935 | KEINE | |